



新2連ミラーの試験利用（重点M3）

田淵雅夫¹，須田耕平¹，渡辺義夫²

1 名古屋大学，2 あいちシンクロトロン光センター

キーワード：BL11S2，非集光ミラー，2次元 XAFS

1. 背景と研究目的

従来、あいち SR BL11S2 の光学系は平行化ミラー(M0)、二結晶分光器、集光ミラー(M1、ベンドシリンドリカル)で構成されていたが、M1 ミラーとして新しく集光しないプレーンミラーも選択可能にするため、二連のミラーホルダを備えた新ミラーチャンバを導入し、従来のベンドシリンドリカルミラーと新しいプレーンミラーを設置した。プレーンミラーを導入したのは、試料位置に広がった光を供給し、2次元検出器との組み合わせで試料スキャンなしで2次元の XAFS 測定を可能にするためである。このような測定はあいち SR において、エネルギー分布があるものの BL8S2 でも実行可能であるが、XAFS 専用ビームラインにこの機能を持たせることのメリットは大きく言って以下の2点である。

- 1) 通常の XAFS 測定と2次元測定を随時使い分けながら柔軟に多彩な測定を行える。
- 2) 8S2 と異なり、分光結晶の上流に平行化ミラー(M0)を備えている。照射範囲内の入射 X 線エネルギー分布が小さく抑えられる。

今回のビームタイムでは、

- A) 2連ミラーホルダーによるスムーズなミラー切り替え手順の確立
- B) 非集光ミラーの基礎的な性能評価
照射領域サイズの確認、照射強度の確認、エネルギー分布の確認等
- C) 標準的な試料に対して非集光ミラーを用いた測定を行い、2D XAFS 測定を遂行できる能力があることの確認

等を目的にした実験を行った。

2. 実験内容

A) の目的のために、ミラーホルダーを支える定盤周辺に複数のダイヤルゲージを設置して、ミラーの姿勢が確認できるようにした。ダイヤルゲージを使って姿勢を確認しながら、集光ミラーが光を受ける位置と、非集光ミラーが光を受ける位置に数回ミラーホルダーを移動させた。B) の目的のために、非集光ミラーが光を受ける位置にホルダーを移動させた後、非集光ミラーの角度や高さ等を調整し、集光ミラーの集光スポットを中心にしてその周辺に反射光が来るようにミラーの姿勢を調整した。最後に C) のエネルギー分布の確認と、2D XAFS を遂行できる能力があることの確認のためにビームラインで保持している Cu フォイルを試料として2次元検出器を用いた XAFS 測定を行った。測定はステップモード、クイックモード両方で行った。クイックモードの測定では分光器の移動に同期して発生するトリガーパルスを使って2次元検出器で撮影を行うシステムを使用することで数分での 2DXAFS 測定を試みた。

3. 結果および考察

A) の実験において、まず 1 mm 刻みで少しずつミラーホルダを移動し、移動のたびに異常が起こらないことを確認した。その後1回の移動幅を少しずつ大きくし、最終的には、集光ミラーを使う位置から非集光ミラーを使う位置まで、一度に 186 mm 移動しても、極端な姿勢変動が無いことを確認した。また、移動を繰り返しても挙動に再現性があり、集光ミラー位置に戻った時に同じ位置に同じ強度とサイ

ズの集光光が得られることが確認できた。

B) の実験においてはまず光の縦横の幅を確認した。試料位置での光の横幅は、もし光を遮るものがなければ光源からの取り込み角 2 mrad にビームラインの長さをかけて得られる 40 mm 程度以上の光になるが、実際には途中幾つものスリットで横発散を制限している。それでも実験ハッチ内の検出器位置で2次元検出器の幅 13 mm よりも光の幅が広いことを確認した。実際の使用の際には試料直前のスリットで光の幅を試料に合わせて調整する。試料位置での縦幅は非集光ミラーが完全に平坦なら約 3.0 mm になるはずだが、実際には重力によってミラーが少し垂れるように曲がるため約 4.0 mm になった。ミラーの曲がりやを修正する機構を使ってミラーを変形することで、少しでも強い光が欲しい、少しでも縦幅が広い光が欲しい、等の目的に合わせて光の縦幅を調整できることを確認した($2\sim 5 \text{ mm}$ 程度)。試料前スリットで横幅 10 mm に切った光の合計強度をイオンチャンバで計測したところ、集光ミラーを使った時の強度のおおよそ $1/4$ であることが確認できた(途中の制限がなければ 40 mm に広がっているはずの光の 10 mm 分を切り出しているの、光の合計強度が $10 \text{ mm}/40 \text{ mm} = 1/4$ になるのは予想通り)。

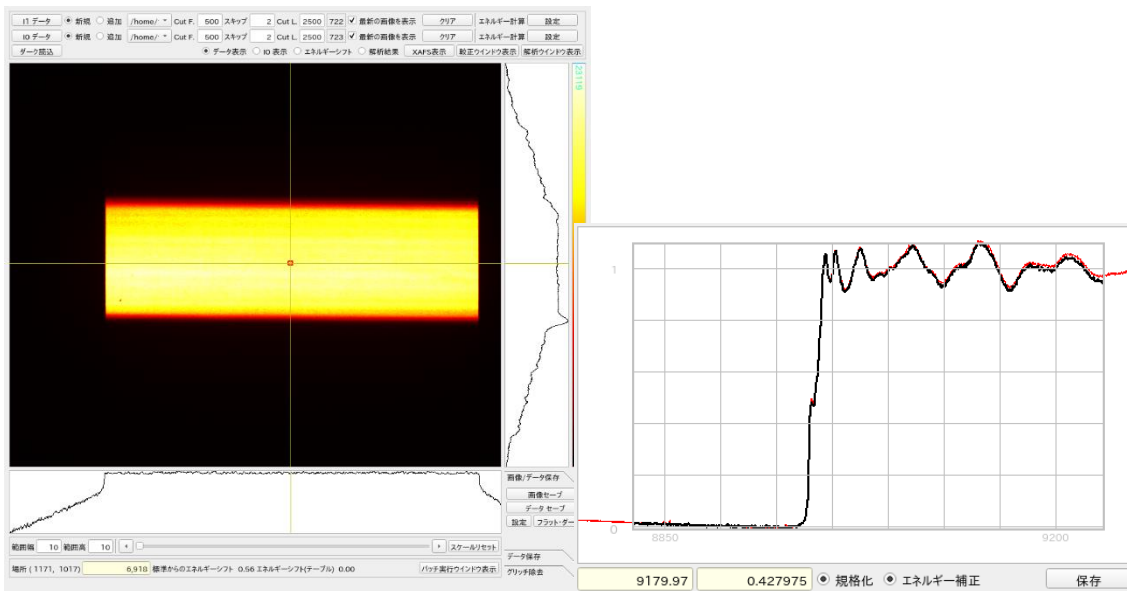


図1 Cu フォイルのクイック 2D-XAFS 測定結果。左は吸収端前の 2D 透過像。右は左の図の中央の赤点の位置での XAFS スペクトル(黒線)を、普通に測定したりファレンススペクトル(赤線)と重ねて示したもの。高エネルギー側の差異は、黒と赤で測定エネルギー範囲が違っており規格化の際のバックグラウンドラインの形が変わるため。

C) の実験では、2D ステップ XAFS, 2D クイック XAFS の両方の測定を行ったが、2D クイック XAFS 測定の結果の一例を図 1 に示す(この時光の横幅は 8 mm 程度に制限していた)。図に見られるように、光の中心位置で集光ミラーを用いて行った測定とほとんど同じクオリティーのスペクトルが得られることが確認できた。また図2に示すように場所によるエネルギーの変化も十分小さいことが確認できた。

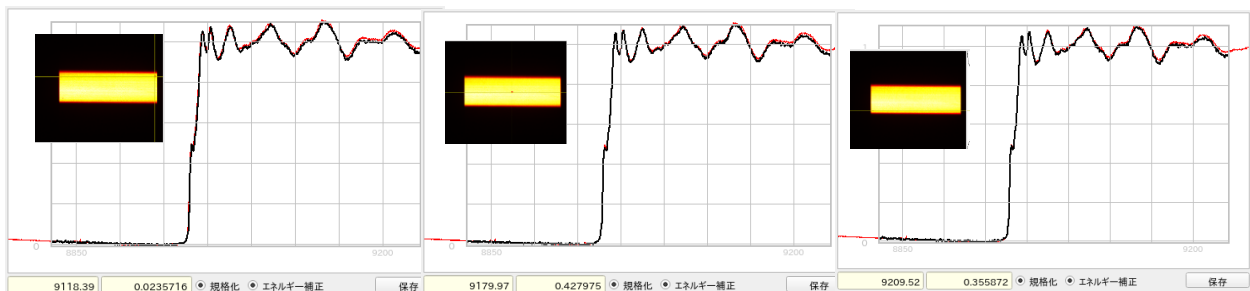


図 2 異なる場所(中心と対角)での XAFS スペクトルの比較。M0 ミラーによる光の平行化が良く働いて、この図のエネルギー分解能ではエネルギー変化が全く見られない。